

Cara uji pengukuran potensi keruntuhan tanah di laboratorium





© BSN 2016

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun serta dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

	Halaman
Daftar isi.....	i
Prakata	ii
Pendahuluan.....	iii
1 Ruang lingkup	1
2 Acuan normatif	1
3 Istilah dan definisi	1
4 Arti dan kegunaan	2
5 Ketentuan dan persyaratan	2
6 Persyaratan uji	3
7 Rumus perhitungan	4
8 Pelaporan	5
Lampiran A	6
Lampiran B	7
Lampiran C	8
Lampiran D	9
Bibliografi	10
Gambar A1 - Contoh hasil pengujian keruntuhan tanah.....	6
Gambar B1 - Contoh alat uji keruntuhan tanah	7
Tabel 1- Klasifikasi potensi keruntuhan berdasarkan nilai $I_e(\%)$	2

Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) mengenai “Cara uji pengukuran potensi keruntuhan tanah di laboratorium” disusun dengan mengacu pada *ASTM D 5333-03, Standard test method for measurement of collapse potential of soils*.

Standar ini disusun untuk menyediakan acuan dalam pengujian pengukuran potensi keruntuhan tanah.

Standar ini dipersiapkan oleh Komite Teknis 91-01 Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil pada Sub Komite Teknis 91-01-S1 Sumber Daya Air melalui Gugus Kerja Bidang Geoteknik, Bendungan dan Waduk. Standar ini telah disepakati dalam forum rapat konsensus oleh Sub Komite 91-01-S1 pada tanggal 4 Desember 2013 yang melibatkan para narasumber, pakar dan lembaga terkait serta telah melalui proses jajak pendapat tanggal 23 Juli 2014 sampai dengan 21 Oktober 2014.



Pendahuluan

Standar ini menguraikan prosedur pengujian pengukuran potensi keruntuhan tanah dengan menempatkan suatu benda uji pada kadar air aslinya ke dalam alat konsolidometer, memberikan tegangan vertikal yang telah ditentukan kepada benda uji dan menggenangnya untuk mengetahui potensi keruntuhan dari benda uji. Cairan yang digunakan berupa air destilasi apabila melakukan evaluasi terhadap indeks keruntuhan I_e cairan tersebut mensimulasi tekanan air pori dari contoh uji atau kondisi lapangan yang lain seperti yang diperlukan bila melakukan evaluasi terhadap potensi keruntuhan I_c .

Dengan adanya standar ini, maka diharapkan terwujudnya kinerja yang memenuhi persyaratan pengujian.



Cara uji pengukuran potensi keruntuhan tanah di laboratorium

1 Ruang lingkup

Standar ini meliputi :

- Standar menentukan besaran keruntuhan satu dimensi yang terjadi bila tanah tak jenuh digenangi atau dibasahi dengan cairan.
- Standar menentukan besaran potensi keruntuhan yang terjadi pada suatu tegangan vertikal dan indeks potensi keruntuhan.
- Cara uji ini meliputi pengaturan dan penyiapan benda uji, peralatan, serta prosedur untuk mengukur perubahan tinggi benda uji sehubungan dengan terjadinya keruntuhan.

2 Acuan normatif

Dokumen referensi di bawah ini harus digunakan dan tidak dapat ditinggalkan untuk melaksanakan standar ini.

SNI 2812:2011, *Cara uji konsolidasi tanah satu dimensi*

SNI 1965:2008, *Cara uji penentuan kadar air untuk tanah dan batuan*

3 Istilah dan definisi

Istilah dan definisi yang digunakan dalam standar ini sebagai berikut:

3.1

derajat keruntuhan

kondisi yang menyatakan tingkat penurunan tanah berdasarkan besarnya indeks keruntuhan I_e .

3.2

indeks keruntuhan (I_e)

potensi keruntuhan yang ditentukan pada tingkat tegangan vertikal 200 kPa yang dinyatakan dalam persen (%).

3.3

keruntuhan (*collapse*)

tanah yang mudah runtuh (*collapse soil*)

tanah tertekan yang mengalami penurunan akibat pembasahan pada tegangan vertikal yang tetap.

CATATAN Suatu tanah yang mudah runtuh dapat menahan tekanan vertikal yang lebih besar dengan deformasi yang kecil, meskipun pada kadar air yang rendah. Tetapi tanah ini akan menghasilkan penurunan (yang cukup besar) setelah terjadinya pembasahan dengan tanpa penambahan tekanan

3.4

potensi keruntuhan (I_e)

besaran relatif keruntuhan tanah ditentukan pada sembarang tingkat tegangan yang dinyatakan dalam persen (%).

4 Arti dan kegunaan

4.1 Indeks keruntuhan

I_e , digunakan untuk mengukur indeks dasar dari sifat tanah dengan ketentuan sebagai berikut :

- I_e sepadan dengan indeks ekspansi yang diukur sesuai dengan SNI 1965:2008 dan digunakan untuk menggambarkan tingkat keruntuhan dari suatu jenis tanah dalam suatu kondisi tertentu;
- I_e , tidak dimaksudkan sebagai keruntuhan dari suatu kondisi lapangan seperti : pembebanan, struktur tanah atau kimiawi air tanah;
- I_e , dikelompokkan menurut Tabel 1 berikut ini :

Tabel 1- Klasifikasi potensi keruntuhan berdasarkan nilai I_e (%)

Potensi Penurunan	I_e %
Tidak Potensi	0
Rendah	0,1 - 2,0
Sedang	2,1 - 6,0
Tinggi	6,1 - 10,0
Sangat tinggi	> 10

- bila berat jenis diketahui data harus di plot dalam kurva regangan terhadap logaritma tegangan vertikal; angka pori dapat dipakai selain dari regangan.

5 Ketentuan dan persyaratan

5.1 Umum

- tingkat pemberian tegangan sebelum pembasahan ditentukan oleh tujuan dari pengujian I_c dan I_e , yang akan dicari menurut keperluan perencanaan;
- potensi keruntuhan I_c , digunakan untuk memperkirakan penurunan yang dapat terjadi pada suatu lokasi. I_c dihitung dengan persamaan (1) sampai (3), sedangkan penurunan lapisan dihitung dengan persamaan (4);

5.2 Benda uji

- benda uji dapat berupa contoh terganggu atau tidak terganggu. Karena tanah yang mudah runtuh sangat sensitif terhadap air diperlukan persiapan benda uji sesuai dengan SNI 2812:2011;
- benda uji harus diambil dengan menggunakan metoda kering; metoda pengambilan kering dilakukan dengan menggunakan auger tabung ganda atau pengambilan blok contoh;
- perendaman harus dilakukan dengan air destilasi atau deionisasi untuk menentukan I_e ;

- d) penggunaan air perendaman disesuaikan dengan berbagai kondisi lapangan dan perubahan karakteristik airtanah dalam menentukan I_e , hal tersebut harus dijelaskan dalam laporan.

5.3 Peralatan

Peralatan pengujian yang digunakan harus memenuhi persyaratan peralatan yang digunakan sesuai SNI 2812:2011 dengan dilengkapi alat pemberian air dari bagian bawah.

5.4 Kalibrasi

Kalibrasi alat ukur consolidometer menurut SNI 2812:2011.

6 Persyaratan uji

- a) Lakukan pengujian menurut SNI 2812:2011, dengan beberapa pengecualian sebagai berikut :
- 1) tempatkan benda uji (hasil *trimming* atau dipadatkan) dalam alat pembebanan dengan segera setelah massa basah dan tinggi awal diukur;
 - 2) bungkus (tutup) ring benda uji, kertas saringan (bila ada) dan batu pori sesegera mungkin dengan menggunakan lembaran plastik, handuk, kertas lembab atau kertas aluminium untuk memperkecil perubahan kadar air dan isi akibat penguapan;
 - 3) berikan tegangan awal sebesar 5 kPa supaya alat pembebanan tepat duduk pada tempatnya selama 5 menit.
- b) Berikan kenaikan tegangan setiap 1 jam pada kadar air asli sampai pada tegangan yang diperlukan; urutan kenaikan tegangan adalah 12, 25, 50, 100, 200 kPa dan seterusnya; catat deformasi sebelum setiap penambahan beban. Interval waktu antara penambahan-penambahan beban sebelum pembasahan adalah 1 jam untuk mencegah penguapan yang berlebihan yang akhirnya dapat mempengaruhi hasil pengujian. Tegangan yang diberikan pada benda uji sebelum pembasahan, tergantung pada harga I_c dan I_e yang disesuaikan dalam desain;
- c) Isi air dari bagian bawah benda uji, sehingga udara dapat keluar di dalam contoh;
- d) Rendam benda uji dengan air destilasi selama 1 jam setelah pembebanan pada tegangan vertikal tertentu dan setelah pencatatan deformasi; catat deformasi pada 0.1, 0.25, 0.50, 1.0, 2.0, 4.0, 8.0, kg/cm pada waktu 15 menit, 30 menit, 1 jam, 2 jam, 4 jam, 8 jam dan 24 jam setelah perendaman;
- Catatan : Tanah yang mempunyai permeabilitas tinggi akan mengakibatkan penurunan secara cepat sehingga sulit untuk diukur.
- e) Pada kondisi perendaman, lakukan penambahan beban selama 24 jam atau sampai konsolidasi primer selesai, sesuai SNI 2812:2011.
- f) Tingkatkan tegangan vertikal sesuai SNI 2812:2011, sampai mencapai tegangan yang diperlukan; atau sampai terjadinya kemiringan pada kurva deformasi terhadap tegangan seperti pada Lampiran A
- g) Catat deformasi terhadap waktu.

7 Rumus perhitungan

- a) Potensi keruntuhan (I_c) dalam % persen dihitung, sebagai berikut:

$$I_c = \left[\frac{d_f - d_o}{h_o} - \frac{d_i - d_o}{h_o} \right] 100 = \left[\frac{d_f - d_i}{h_o} \right] 100 \quad (1)$$

Keterangan :

- d adalah pembacaan dial, (mm)
 d_o adalah pembacaan pada kedudukan awal, (mm)
 h_o adalah tinggi awal contoh, (mm)
 d_f adalah pembacaan pada tegangan tertentu setelah perendaman, (mm)
 d_i adalah pembacaan pada tegangan tertentu sebelum perendaman, (mm)
 $(d_f - d_o)/h_o$ adalah regangan pada tegangan tertentu setelah pembasahan /penjenuhan
 $(d_i - d_o)/h_o$ adalah regangan pada tegangan tertentu sebelum pembasahan/ penjenuhan/perendaman

- b) Rumus perhitungan potensi keruntuhan dalam persamaan 1 dapat ditulis dalam fungsi angka pori dengan rumus :

$$I_c = \frac{\Delta e}{1 + e_o} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

- Δe adalah perubahan rasio pori akibat pembasahan/penjenuhan
 e_o adalah angka pori awal

- c) Karena pengujian dalam satu dimensi, maka persamaan 1 dapat ditulis :

$$I_c = \frac{\Delta h}{h_o} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

- Δh adalah perubahan tinggi contoh akibat pembasahan, (mm)
 h_o adalah tinggi awal dari contoh, (mm)

- d) Penurunan lapisan tanah untuk suatu tegangan vertikal, dihitung dengan rumus :

$$S = \frac{H}{100} \times I_c \quad (4)$$

Keterangan:

- S adalah penurunan, (mm)
 H adalah ketebalan lapisan tanah, (mm)

- e) Indeks penurunan dihitung dengan rumus :

$$I_e = I_c \text{ pada tegangan 200 Kpa} \quad (5)$$

Keterangan :

I_c adalah potensi keruntuhan dalam (%)

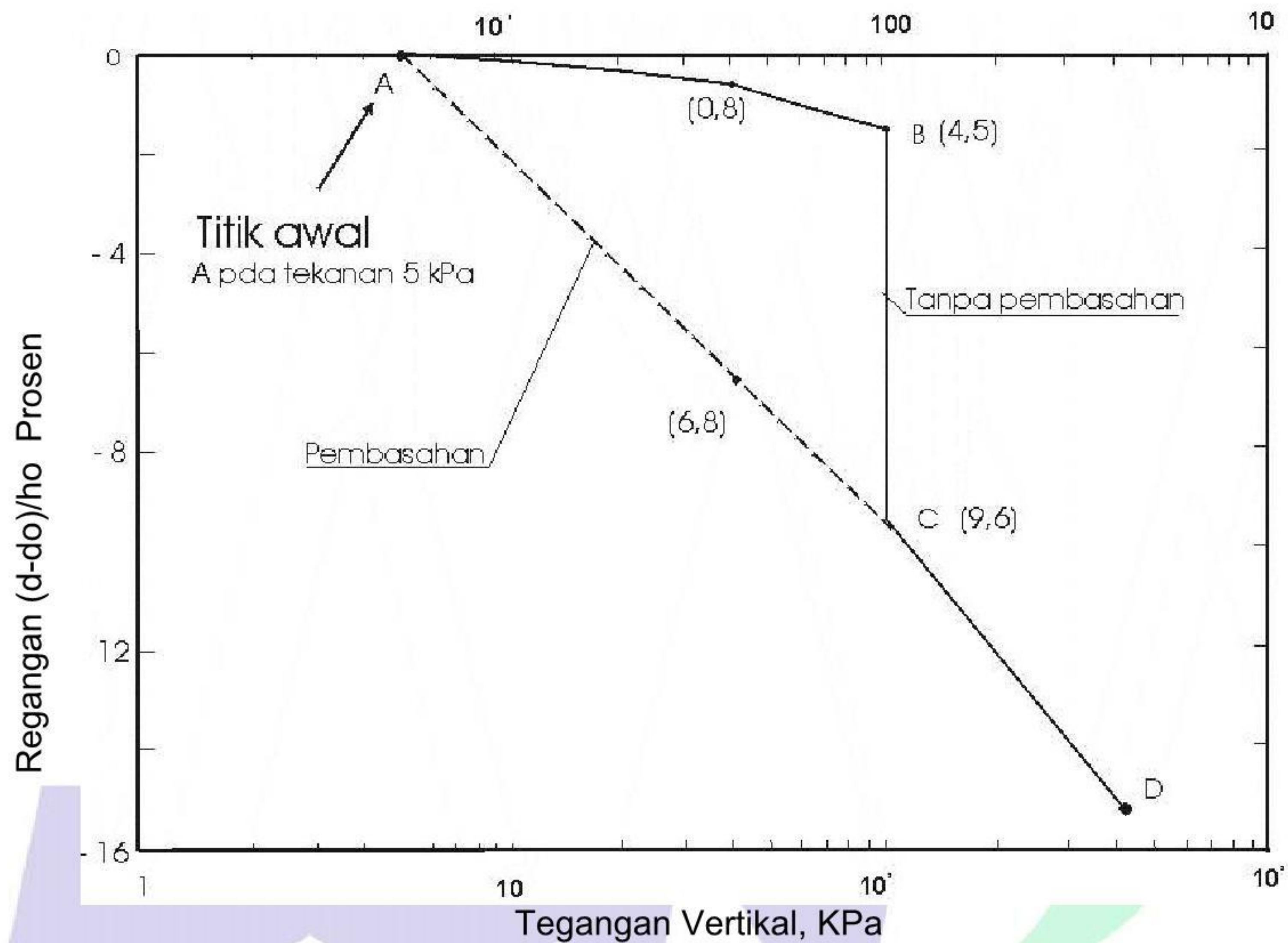
8 Pelaporan

Laporan harus mencakup informasi sebagai berikut :

- identifikasi dan deskripsi dari contoh tanah termasuk apakah contoh merupakan contoh terganggu atau contoh yang dipersiapkan dengan cara lain;
- kadar air awal dan akhir serta berat isi kering;
- ukuran contoh;
- deskripsi dari consolidometer;
- tingkat tegangan vertikal pada saat pembasahan;
- persentase kompresi atau regangan dari contoh pada saat tingkat tegangan akhir sebelum pembasahan;
- seluruh penyimpangannya dari prosedur ini termasuk urutan pembebanan, proses penyiapan contoh, ukuran contoh dan cara perendaman;
- hitung indeks keruntuhan I_e atau potensi keruntuhan I_c ;
- nama penguji dan penanggung jawab pengujian.



Lampiran A
(informatif)
Contoh hasil pengujian keruntuhan tanah



Gambar A1 - Contoh hasil pengujian keruntuhan tanah

keterangan :

- d adalah pembacaan (dial reading), (mm)
- d_0 adalah pembacaan *dial reading at seating stress* pada dudukan, (mm)
- h_0 adalah tinggi awal benda uji, (mm)

Potensi Keruntuhan (I_c) pada 1 00 kPa adalah

$$I_c = (9,6 - 1,5) = 8,1$$

keterangan :

9,6 % adalah regangan di titik C

1,5 % adalah regangan di titik B

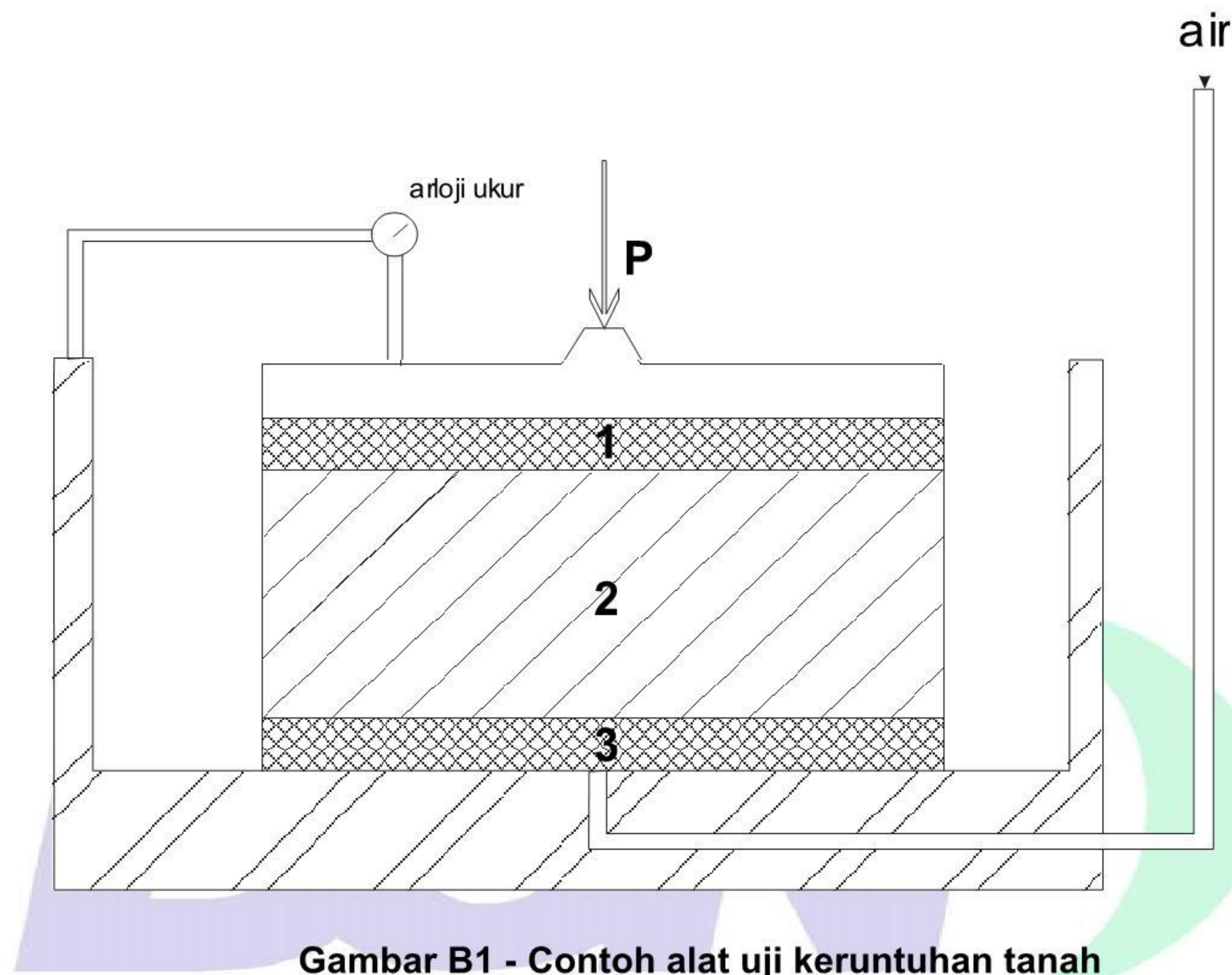
Potensi penurunan untuk tanah dengan ketebalan 3 m
adalah $8,1 \times 3/100 = 0,24$ m

Potensi keruntuhan (I_c) pada 40 kPa adalah:

$$I_c = (6,8 - 0,8) = 6,0$$

Potensi keruntuhan untuk tanah dengan ketebalan 3 m
adalah $6 \times 3/100 = 0,18$

Lampiran B
(informatif)
Gambar Contoh alat uji keruntuhan tanah



Gambar B1 - Contoh alat uji keruntuhan tanah

Keterangan :

- P adalah beban
- 1 adalah batu pori
- 2 adalah contoh tanah
- 3 adalah batu pori

Lampiran C
(informatif)
Contoh hasil uji keruntuhan tanah

SOIL MECHANIC LABORATORY
CONSOLIDATION TEST
(COLLAPSIBLE TEST)

Project	: Sample	Apparatus	: ST.8
Location	: -	Tested by	: Srp.
Bor/Test Pit No.	: BH.1	Date	: August 6, 2001
Depth	: 4,00-4,50 m	Weight of sample	: 97,58 gr
Soil Type	: Silty clay	Volume of sample	: 61,12 cm ³
Colour	: Brown	Unit weight γ_n	: 1,60 t/m ³
Speciment Condition	:	Moisture content	: 52,11 %
Height	: 1,93 cm	Specific gravity	: 2,6029
Diamater	: 6,35 cm		

Time of Test (minute)	Pressure (kPa)								
	Load (kg)	5	10	20	40	80	100	200	400
	-	Water	6,840	6,811	6,782	6,686	6,628	6,588	
60			===== inundated =====						
0.00							6,550		
0.10							6,226		
0.25							5,885		
0.50							5,645		
1							5,414		
2							5,224		
4							5,161		
8							5,100		
15							5,064		
30							5,035		
60							5,015		
120							4,998		
240							4,992		
480							4,990		
1440							4,987		
2 day								4,466	
3 day									3,868
4 day									
Perbedaan (mm) :									
- Sebelum penggenangan		0,000	-0,029	-0,058	-0,154	-0,212	-0,252	-2,374	-2,972
- Sesudah penggenangan						-1,853			
Regangan :									
- Sebelum penggenangan		0,000	0,15	-0,30	-0,80	-1,40	-1,50		
- Sesudah penggenangan							-9,60	-12,30	-15,40

Lampiran D
(informatif)
Contoh formulir

CONSOLIDATION TEST (COLLAPSIBLE TEST)

PROJECT : Sample

PROJECT NO.:

SAMPLE NAMBER : -

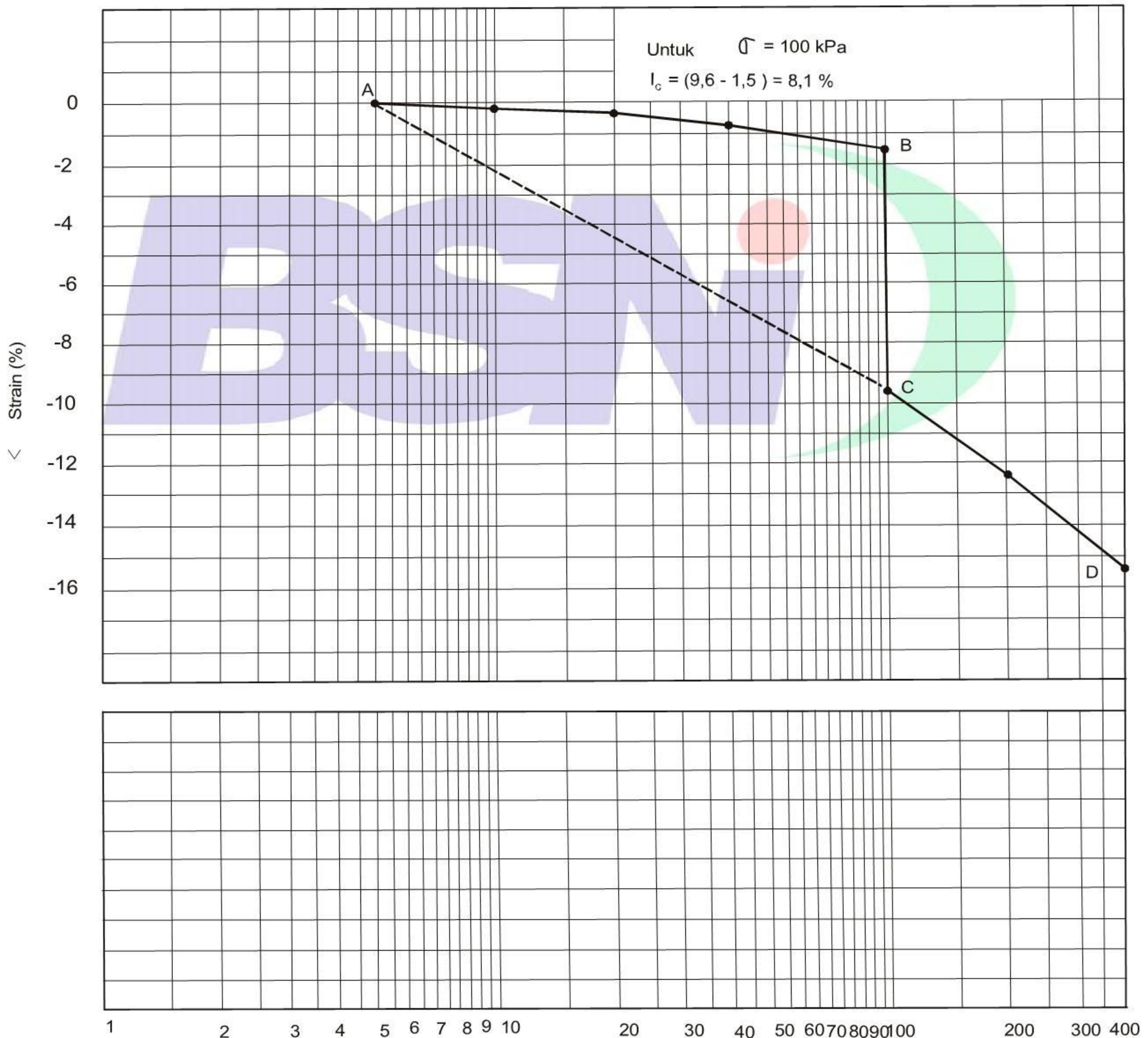
Location : bore no : BH 1
depth : 4.00 - 4,50 (m)
soil type : Sitty clay
specific gravity (G) : 2,6029

Sample tube number

Elevation : - (m)
colour : Brown
water content : 52,11 (%)

disturbed ☐

Undistured ☒



TESTED BY : Srp

DATE : August. 6, 2001

APPENDIX NO.:

Bibliografi

- American Standard Test and Material, *"Terminologi, Relating to soil, Rock & Contained Fluids"*, D-653
- American Standard Test and Material, *"Standard Test Method for Measurement of Collapse Potential of Soils"*, D 5333-1992.

